

IRON-MAKING METHOD WITH SMELTING REDUCTION



Publication number: JP3277710 (A)

Publication date: 1991-12-09

Inventor(s): KATAYAMA HIROYUKI; KUWABARA MASATOSHI +

Applicant(s): NIPPON STEEL CORP +

Classification:

- **international:** C21B11/02; C21B11/00; (IPC1-7): C21B11/02

- **European:**

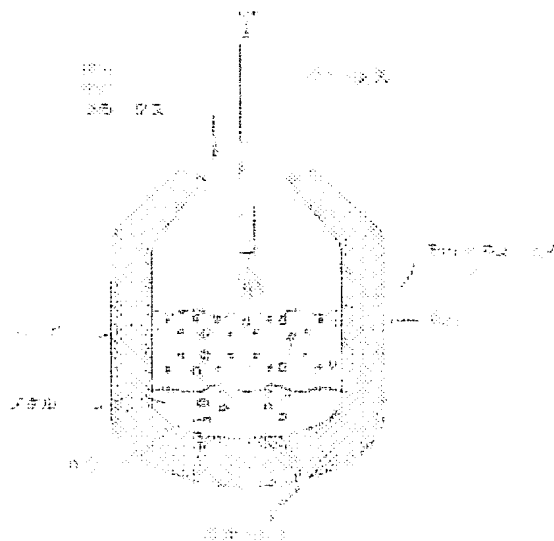
Application number: JP19900077403 19900327

Priority number(s): JP19900077403 19900327

Abstract of JP 3277710 (A)

PURPOSE: To produce a carbon-containing iron alloy with stable and high yield by specifying ash content and sulfur content in carbonaceous material at the time of executing smelting reduction by top-blowing oxygen while adding iron raw material and the carbonaceous material in a top and bottom combined blowing reaction vessel.

CONSTITUTION: By using the reaction vessel, in which gas can be blown from the top part, while adding the iron raw material containing iron oxide and flux of the carbonaceous material and lime, etc., the oxygen is top-blown to execute smelting reduction, and then, the used carbonaceous material is regulated to $\leq 4\%$ ash content and $\leq 0.3\%$ sulfur content. By this method, the carbon-containing iron alloy is obtd. with the stable and high yield of the iron content. Further, at this time, by adjusting the temp. of molten material to 1360-1450 deg.C, T.Fe content in the slag to 3-8%, the bottom blowing gas to about 5-80Nm³/h.t per unit metal quantity and C concn. in the metal to $\geq 3.0\%$, P concn. in the metal can be \geq about 0.01%.



Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平3-277710

⑮ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成3年(1991)12月9日

C 21 B 11/02

7730-4K

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全9頁)

⑭ 発明の名称 溶融還元による製鉄法

⑯ 特 願 平2-77403

⑰ 出 願 平2(1990)3月27日

⑱ 発 明 者 片 山 裕 之 千葉県君津市君津1番地 新日本製鐵株式会社君津製鐵所内

⑲ 発 明 者 桑 原 正 年 千葉県君津市君津1番地 新日本製鐵株式会社君津製鐵所内

⑳ 出 願 人 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号

㉑ 代 理 人 弁理士 大関 和夫

明 細 書

1. 発明の名称

溶融還元による製鉄法

2. 特許請求の範囲

(1) ガスを上底吹きできる反応容器を用い、鉄酸化物を含む鉄原料と炭材を添加しながら酸素を上吹きして溶融還元を行なう炭素含有鉄合金の製造工程において、使用する炭材の灰分含有率が4%以下、硫黄含有率が0.3%以下であることを特徴とする溶融還元による製鉄法。

(2) 吹酸時の操業条件として、溶融メタルの温度が1360～1450℃の範囲になるように送酸速度と原料の添加速度を調整し、スラグ層のT.Fe濃度が3～8%になるように底吹きガス量を調整し、かつ炭材に炉外で加熱処理して揮発分の一部を除いたものを使用することにより、メタルのC濃度を3.0%以上に調整することを特徴とする請求項1記載の溶融還元による製鉄法。

(3) 溶融還元で用いる炭材が褐炭を炉外で加熱処理したものであることを特徴とする請求項2記

載の溶融還元による製鉄法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、高炉によることなく、溶銑のような鉄-炭素合金、特にリンのような不純物が少ないものを製造するための方法に関する。

(従来の技術)

鉄鉱石から溶銑を製造する方法としては、現在、高炉法が用いられている。それは豎産法として優れた方法であるためだが、炭材として、いわゆる原料炭と呼ばれる特殊な石炭を用い、それを乾溜して得られる強度の大きなコークスを必要とすること、また、溶銑の製造工程で大部分のリンが還元されてメタル中に入るので、溶鋼を製造するいずれかの段階で必ず脱リンを行なわなければならないことが問題である。

このような問題点を解決するために、溶融還元法という名称で呼ばれる一群の新製鉄法の研究が行なわれている。その中でもガスを上底吹きできる、例えば転炉のような反応容器を用い、鉄鉱石

あるいはその予備還元剤と炭材とを投入しながら還元を上吹きする方法は、生産性の大きさから見て、現行高炉法にとって代るのに最も可能性の大きいものの一つにあげられている。

(発明が解決しようとする課題)

しかし、この方法も実用プロセスとなるためには、次の5つの問題点を解決する必要があるとされている。

- (1) 鉄の歩留りを上げること
- (2) 炭材の原単位を下げること
- (3) 耐火物の原単位を下げること
- (4) 生成する鉄-炭素合金が、現在要求されているような高純度溶鋼を製造する際に、後続の製鋼工程も含めてコスト低減に対し、より適したものとなること
- (5) スラグなどの副生物が環境などに悪影響を及ぼさないようにするための工程費用が小さいこと。

そこで上記(1)～(5)の課題を解決するための着眼点は次の通りである。

る場合には環境条件を満足するように処理する際の費用を低減する。

これらの要求のいくつかは相互に矛盾している。例えば、炭材原単位を下げるためには、二次燃焼率を高めると良いが、それはガス温度を高めることになり、耐火物にとっては酷しい条件となる。また、鉄-炭素合金のリン含有量低減条件(スラグのT.Feを上げる、温度をさげる)などは、硫黄含有量を下げる条件と相反する。

本発明は、これらの課題の総合的な解決を、特に使用炭材の特性に着目して系統的に検討した結果得られたものである。

(課題を解決するための手段)

ガスを上底吹きできる反応容器を用い、鉄酸化物を含む鉄原料と炭材を添加しながら還元を上吹きして溶融還元を行なう炭素含有鉄合金の製造工程において、前記(1)～(5)の課題を総合的に解決する手段は、灰分含有量が4%以下、硫黄含有量が0.3%以下である炭材を用いることである。

また、吹炼時の操作条件として、溶融金属の

(1) 鉄分歩留り低下の原因になっているのは、還元ガス、スラグ中に混入する鉄分(酸化鉄および粒鉄)、操作中に炉外に飛び出すものなどであるが、それらの量を低減する。

(2) 炭材原単位を低減するための方策は、物質および熱バランスで決まってくる必要量を満たす最少レベルの炭材量まで下げること、および炉外に無駄に持ち出される炭材量を減らすことである。

(3) 耐火物の原単位を下げるための方策は、還元原単位を低減すること、スラグ組成を耐火物と反応しにくいものとする、耐火物の表面温度を低下させることなどである。

(4) 昨今需要が増している高純度鋼を製造する上で、好ましい鉄-炭素合金の成分としては、リン、硫黄、窒素の含有量が低いこと、できればそれを除去するための工程の一つを省ける程度に低いことが望ましい。

(5) スラグなどの副生物については、利用する場合にはその条件を満足するように、また廃棄す

温度が1360～1450℃の範囲になるように送酸速度と原料の添加速度を調整し、スラグ中のT.Fe濃度が3～8%になるように底吹きガスを調整し、かつ炭材に炉外で加熱処理して揮発分の一部を除いたものを使用することにより、金属のC濃度を3.0%以上に調整するという方法を実施すると、特にリンが低い鉄-炭素合金を合理的に製造できる。

さらに上記の方法において、この溶融還元で用いる炭材が褐炭を炉外で加熱処理したものであれば、特に好ましい特性値が得られる。

以下に本発明の詳細を作用と共に述べる。

(作用)

第1図は本発明の実施に用いる設備の一例を示す。ガスを上底吹き可能な、例えば転炉状の冶金炉で、還元は上吹きランスを通して吹き付けられる。ガス底吹きは溶融物の攪拌のために行なわれ、通常、窒素ガスが用いられる。この底吹きがなければ、高い酸化鉄還元反応速度および伝熱速度が得られず、本発明に必要とされる高い生産性

を得ることが出来ない。一方、この攪拌が強くなり過ぎると、酸素を吹いて炭材を燃焼させつつスラグ中に含有されている酸化鉄の還元を行なうという本発明プロセスにおいて、酸化性雰囲気と金属の接触を抑制するという条件が乱されるので、例えば、酸素ジェットと金属の接触反応によりダスト発生量が増加するなどの悪影響が現れる。したがって、酸素ガスを底吹きガスに混入できず、その大半は上からランスを通して炉内に供給することになる。

鉄原料は、鉄鉱石あるいはその予備還元物などの酸化鉄を含有するものである。上で述べたのと同じ理由で、鉄原料は例えば粉状のものであっても、熔融炉へのインジェクションではなく上から投入することが望ましい。

フラックスとしては生石灰などが添加される。

以上のような条件で、各種の炭材を用いて試験を行なったところ、操業成績に対して炭材の特性値のうち灰分含有量と硫黄含有量が顕著な影響を及ぼすことが分かった。

る。

第6図は炭材原単位に及ぼす炭材すなわち石炭のVM(揮発分)含有量の影響を示す。この図から、熔融還元炉の場合、固定炭素必要量で炭材原単位が決まる領域ではVM含有量が多いほど(すなわち、固定炭素含有量が減るほど)炭材原単位が増加する理由が判る。

第7図は耐火物(この場合は Al_2O_3 -C系を使用)原単位に及ぼす炭材の硫黄含有量の影響を示す。硫黄含有量が増えるほど耐火物原単位も高くなる。それは、硫黄に鉄酸化物の還元反応速度を引き下げる作用があるので、同一の生産性を維持しようとするれば、スラグ中T.Feの高いレベルで熔融還元反応が進行する。そのため、耐火物の損耗防止には不利である。というのはT.Feが耐火物中の炭素の酸化と Al_2O_3 との反応による低融点化の両面から耐火物損耗に作用するからである。

第8図は耐火物原単位に及ぼす炭材の灰分含有量の影響を示す。耐火物原単位は灰分が多いほど増加する傾向が認められる。その機構としては、

第2図は鉄分歩留りに及ぼす炭材の硫黄含有量の影響を示す。硫黄含有量0.3%以下では鉄分歩留りが安定して高いことが分かる。これは、硫黄含有量が低いと、バブバースト起因のメタルダスト生成が減ること、スラグ内に懸濁してロスになるメタル量が減る傾向にあること、また、鉄を含有するスラグの飛びだしが減ることなどが総合的に作用したものと思われる。

第3図は鉄分歩留りに及ぼす炭材の灰分含有量の影響を示す。灰分含有量が減るほど、特に4%以下では鉄分歩留りが高くなることが分かる。

第4図は炭材原単位に及ぼす炭材の灰分含有量の影響を示す。灰分含有量が増えると炭材原単位が高くなる傾向にある。灰分が多いと炭材とスラグの分離性が悪くなるので、出滓時にスラグと一緒に炉外に出る炭材が増えることが主原因である。

第5図は炭材原単位に及ぼす炭材の硫黄含有量の影響を示す。硫黄含有量が増加すると二次燃焼率が低下する傾向があるため炭材原単位が高くな

炭材表面での還元反応速度が低下してスラグのT.Feが高くなることがあげられる。

第9図はメタル中の硫黄含有量に及ぼす炭材の硫黄含有量の影響を示す。この図からも推定できるように、系内に持ち込まれる硫黄の大半は炭材によるものである。一方、リンの大半は鉄鉱石によって系内に持ち込まれる。詳細は後述するが、熔融還元工程でのリンの除去機能は操業条件、特にスラグのT.Feと操業温度の設定値によって決まる。このようにリンの除去は、操業方法の選定により効率的に行えるので、炭材からの持ち込み硫黄さえ少なければ、リンと硫黄の両条件を満足できる。

第10図はメタルの窒素含有量に及ぼす炭材の硫黄含有量の影響を示す。本発明を実施する上での基本的条件である底吹きガスによる攪拌については、窒素が最も好ましいガス種であることを述べたが、メタルの窒素含有量をいくらにできるかが問題である。第10図によれば炭材の硫黄含有量が低くなると、窒素ガス吹込みを行ってもメタ

ルの窒素含有量は低下できることが分かる。熔融還元工程では吹込んだ窒素ガスによる吸窒とCOガス発生に伴う脱窒が並行して進行し、そのバランスによってメタルの窒素レベルが決まるが、炭材の硫黄含有量が少ないと、脱窒促進効果によってメタルの窒素レベルが低下すると考えられる。

最後にスラグについては、環境面から見てどこまで許容されるかが時と場所によって決まるが、原則としては、熔融還元工程で生成したものを炉外で処理（例えば、還元してT.Feを低減する）すべきものとする。この考え方に立てば生成スラグ量が少ないほど、すなわち、炭材の灰分含有量が少ないほど、処理コスト（例えば、T.Fe低減のために用いる電力）が低下するので有利である。また、スラグの硫黄含有量が使用炭材の硫黄含有量低下によって減少すれば、水発生などの問題も回避できるメリットがあり、より処理コスト低減に寄与する。

以上のような熔融還元工程の特性値に及ぼす影響をまとめると、諸図面からもわかるように、炭

材について灰分含有量が4%以下、硫黄含有量が0.3%以下という組合せのものを使用することが必要条件である。

このように、炭材の灰分含有量が4%以下、硫黄含有量が0.3%以下という条件を同時に満足すれば、熔融還元の特性値が向上することが分かったが、そのような炭材を用いて、さらに優れた特性値が得られるような操業条件を検討し、次のような結果を得た。

熔融物の温度は、例えばサブランスをメタル層に挿入して測定することができるが、その値が1360～1450℃の範囲になるように鉄原料の供給速度を調整することが望ましい。この値が1450℃を越えると、第11図に示すようにメタルのP濃度を十分に低減することが出来ず、本発明の目的にかなわない。一方、その温度が1360℃未満になると操業が不安定になって好ましくない。

スラグの酸化鉄濃度、すなわち、T.Feは、鉄原料からの酸化鉄の供給速度とスラグ中の酸化鉄

の還元速度のバランスによって決まる。酸化鉄の供給速度は生産性という因子で決まるので、結局T.Feは還元速度、すなわち底吹きガスによって決まることになる。本発明においてスラグのT.Fe濃度は3%以上、8%以下に調整することが望ましい。何故ならば、第12図に示すようにT.Feが3%未満だとメタルのP濃度を十分に低減出来ないからである。一方、T.Feが8%を越えると、耐火物損耗速度が急上昇し、かつ操業についても、異常フォーミングなどを起しやすくなり、不安定になるからである。

このような条件を満足するために、底吹きガスは、炉内に存在している単位メタル量当たり5～80Nm³/h・tの範囲であることが適正である。そのガス種としては窒素ガスが取扱い、作用効果、コストの点から最も実用的である。

メタルのC濃度は炭材からメタルへの炭素の供給速度とメタルからの炭素の除去速度、すなわち、メタル中Cと酸化鉄あるいは酸化性雰囲気との反応速度の相対関係で決まる。メタルへの炭素供給

速度（正確には加炭速度）はスラグ層の炭材とメタルの分布状態に依存する。このうち、メタルの分布状態は底吹きガス量に依存する。一方、炭材の分布は炭材の粒度分布に依存する。炭材はその揮発分含有量によって、炉内で急速加熱されたときの細粒化の程度が決まる。したがって、使用する石炭の揮発分含有量で、炉内での粒度分布、すなわち、メタルへの加炭速度が調整できる。

本発明において、メタルのC濃度は3%以上に保つ必要がある。3%未満になると還元反応速度が低下して、スラグのT.Feが高くなり、先に述べたT.Feが8%以下という条件を高生産性の状態で満足しにくくなること、また、メタルの融点が上昇して、先に述べた低温操業という条件を満足しにくくなることなどがその理由である。

メタルのC濃度をこのような条件にするには、大型設備の場合、炭材として、揮発分含有量ができれば5%以下の炭材（例えば、コークスやチャーのように炉外で加熱して揮発分を除去したもの）を、炭素量で少なくとも10%以上用いるこ

とが必要である。

スラグの組成は、鉱石、炭材などから持込まれるSiO₂、Al₂O₃、MgOなどの成分に、フラックスとしてCaO、MgOなどの成分を添加して調整される。適正組成は、精錬能と上記の温度条件での安定操業性などを考慮して決められるが、例えば、
$$\left[\left(\% \text{CaO} \right) + \left(\% \text{MgO} \right) \right] / \left[\left(\% \text{SiO}_2 \right) + \left(\% \text{Al}_2\text{O}_3 \right) \right]$$
の値で1.0から1.4の範囲である。

スラグ量は、酸素ジェットとメタルとを遮断してメタル起因ダストの発生抑制に大きく影響する。ダスト中のメタル起因のものの発生量を低下させるためには、炉内に存在する単位メタル量当たり340kg/t以上のスラグが必要である。この条件を満足させるためには、スラグの排出量を調整する。

生成したメタルとスラグは間歇的あるいは連続的に炉外へ排出する。スラグとメタルは別々に排出してあるいは同時に排出しても良いが、いずれの場合にも炉外で比重差を利用して分離され、

メタルは次の工程で炭素などの不純物を除去して溶鋼に精錬される。

上記の操業条件が満足されると、メタルのリン(P)濃度を0.01%以下にすることができ、後工程で実施していた脱Pをこの溶融還元プロセスで行なうことになる。これによって、溶鋼までの製造コストの低減あるいは製品溶鋼の純度向上等の大きな効果が得られる。

以上のように、溶融還元工程において経済的に優れた特性値を得るためには、炭材は灰分含有量が4%以下、硫黄含有量が0.3%以下という両条件を同時に満足すること、さらに、操業条件との組合せでより優れた特性値を得るための安定操業を行うには、少なくともその一部を揮発分含有量が5%以下になるように、炉外で加熱処理を行なって揮発分を除去する必要がある。

その後、このような条件を満足するように種々の石炭銘柄について検討したところ、特に褐炭が適していることがわかった。褐炭は、通常の高炉に使われるコークス用石炭として性能的に用いる

ことが出来ないものである。また、いわゆる原料炭に比べるとはるかに安価であり、また、資源的にも豊富であるので、灰分および硫黄含有量についての前記条件を満足するものを見つけるのが容易である。また、この褐炭をブリケットにし、炉外で加熱してチャー化したものは、スラグとの反応性が優れているので酸化鉄還元速度定数が大きくなり、スラグのT.Feレベルを下げるので、前記問題点の(1)や(3)などの面から通常の冶金用コークスを用いた場合よりも優れている。

このように本発明では、灰分および硫黄含有量についての条件を満足する褐炭を原料とし、それを炉外で加熱してチャー化したものを炭材として用いることが工業的に最も有利であるといえる。
(実施例)

褐炭をブリケットにしたのち炉外で600℃まで加熱してチャー化した炭材(第1表)を用い、第1図に示した上底吹き溶融還元炉において第2表に示すような条件で操業を行なった。その結果を第3表に示す。

第1表 炭材用炭材の成分分析値(%)

工業分析	元素分析				サイズ
	VM	灰分	固定炭素	水分	
	4.5	2.6	91.5	4.6	>10mm, 93wt% 5~10mm, 5wt% <5mm, 2wt%

第2表 操業条件

上吹き酸素	20000 Nm ³ /h
底吹きガス	窒素 1200 Nm ³ /h
鉱石成分	T.Fe:69.8%, SiO ₂ :4.2%, Al ₂ O ₃ :2.8%
鉱石供給速度	平均 38t/h
フラックス	生石灰 鉱石の8wt%
メタル温度	1380~1420℃
スラグ成分	T.Fe:4~6%, CaO:44%, MgO:4%, SiO ₂ :28%, Al ₂ O ₃ :15%

第3表 線 成 果

メタル成分	C:4.2%, Si:0.1%, P:0.01%, S:0.02%, N:19ppm
鉄分歩留率	96.5 %
石灰原単位	680 kg/t
耐火物原単位	3 kg/tー生成メタル
2次燃焼ガス発生率	平均 53.9%

(発明の効果)

本発明を実施することによって、現行高炉法の問題点を解決する方法として開発研究されている熔融還元法の経済性に関連する特性値を総合的に向上することができ、経済的な面でも実用化を可能にするという点で、工業的な意味が大きい。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明を実施するのに用いる設備の一例を示す図、

第2図は鉄分歩留りに及ぼす炭材の硫黄含有量の影響を示す図、

第3図は鉄分歩留りに及ぼす炭材の灰分含有量の影響を示す図、

第4図は炭材原単位に及ぼす炭材の灰分含有量の影響を示す図、

第5図は炭材原単位に及ぼす炭材の硫黄含有量の影響を示す図、

第6図は炭材原単位に及ぼす炭材のVM含有量の影響を示す図、

第7図は耐火物原単位に及ぼす炭材の硫黄含有

量の影響を示す図、

第8図は耐火物原単位に及ぼす炭材の灰分含有量の影響を示す図、

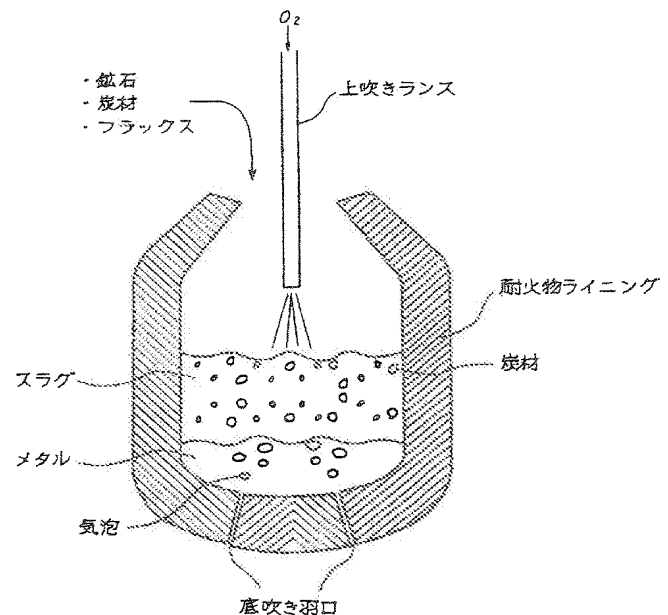
第9図はメタルの硫黄含有量に及ぼす炭材の硫黄含有量の影響を示す図、

第10図はメタルのN含有量に及ぼす炭材の硫黄含有量の影響を示す図、

第11図はメタルのP濃度に及ぼすメタル浴温度の影響を示す図、

そして第12図はメタルのP濃度に及ぼすスラグのT.Fe濃度の影響を示す図である。

第1図

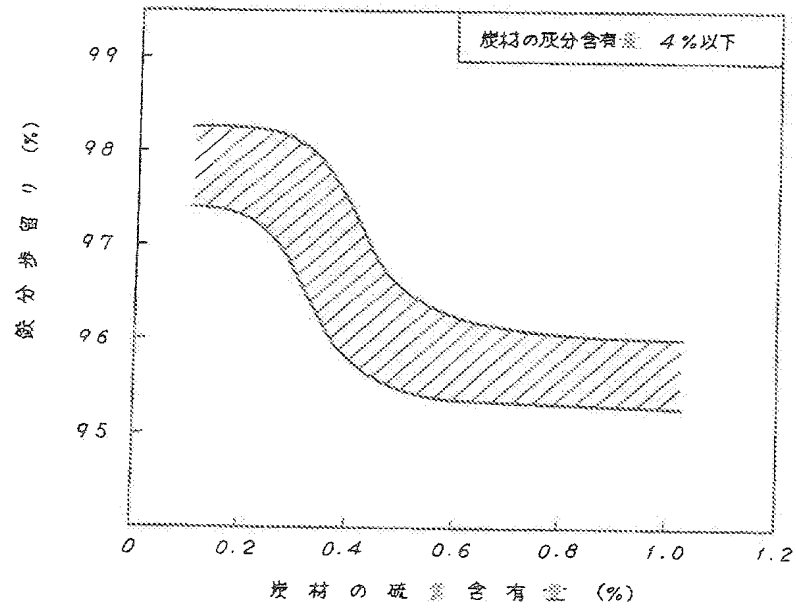


特許出願人 新日本製鐵株式会社

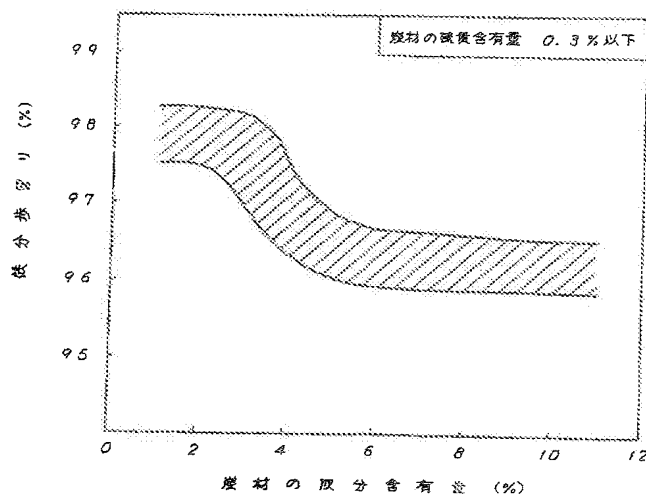
代理人 大 関 和 夫



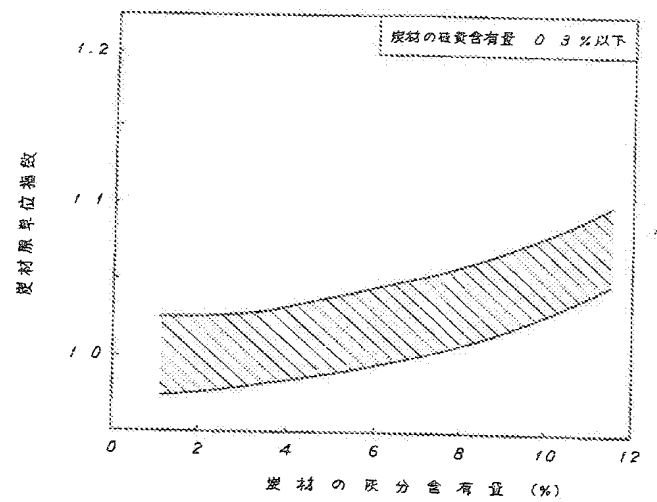
第 2 図



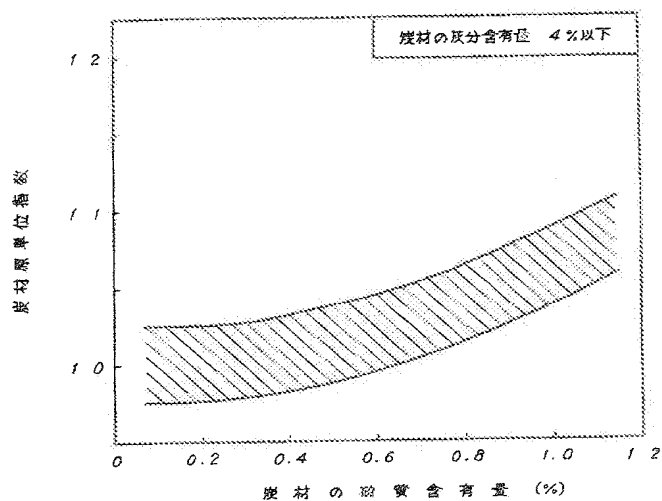
第 3 図



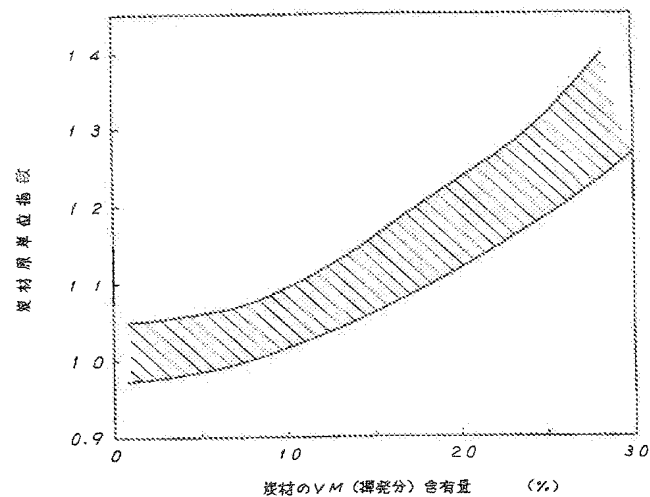
第 4 図



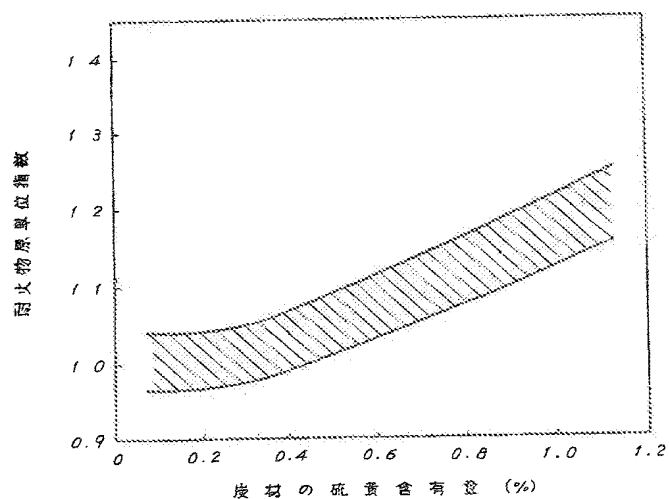
第 5 図



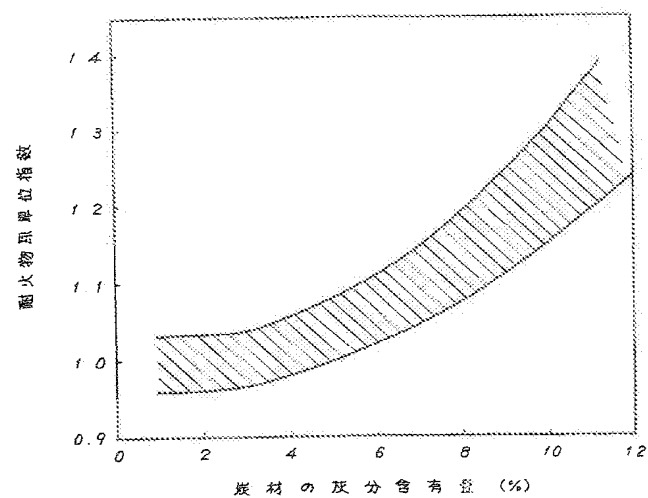
第 6 図



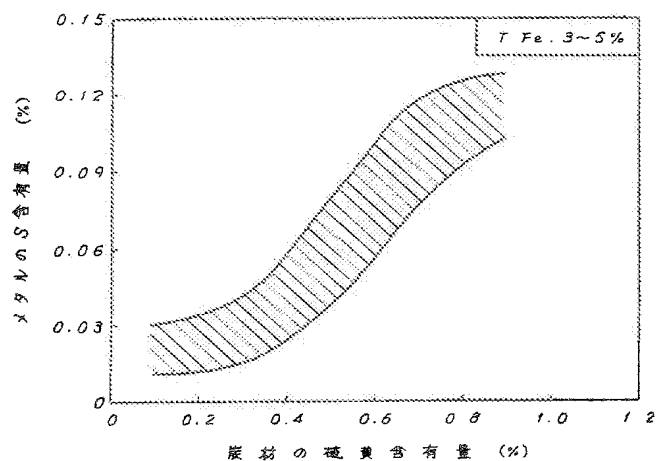
第 7 図



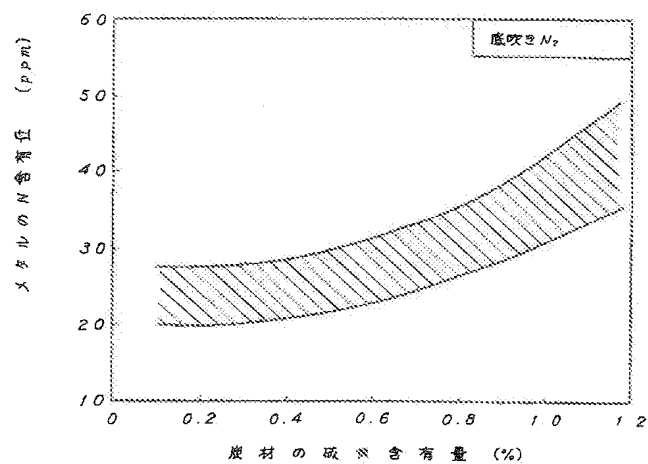
第 8 図



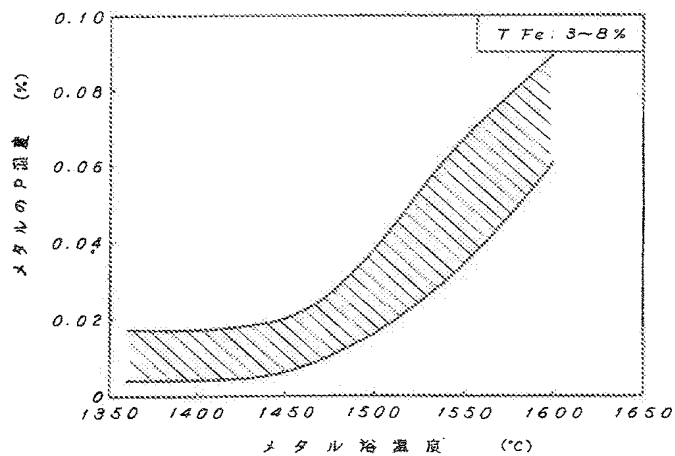
第 9 図



第 10 図



第 11 図



第 12 図

